

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra výrobních strojů a konstruování

Návrh variabilního školního stolu

Design for Variable School Desk

Student:

Petr Chapčák

Vedoucí diplomové práce: Dr. Ing. Anna Plchová

Ostrava 2013

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra výrobních strojů a konstruování

Zadání bakalářské práce

Student:	Petr Chapčák
Studijní program:	B2341 Strojírenství
Studijní obor:	2302R010 Konstrukce strojů a zařízení
Specializace:	60 Průmyslový design
Téma:	Návrh variabilního školního stolu Design for Variable School Desk

Zásady pro vypracování:

1. Proveďte rešerši v dané oblasti.
2. Navrhněte variantní řešení a zdůvodněte výběr řešené varianty v souladu s cílem práce. Učebna, ve které budou stoly umístěny, musí sloužit jako počítačová učebna s monitory v pracovní poloze a nebo, v případě požadavku pedagoga, bude možno monitory "přesunout" do klidové polohy a učebna bude mít "klasický" charakter.
3. Pro vytvoření 3D modelu vašeho řešení zvolte CAD/CAM systém používaný na Fakultě strojní. Využijte workbench Human Builder - CAD/CAM/CAE systému Catia V5.
4. Ze 3D modelu vytvořte sestavný výkres vámi navrhovaného zařízení.
5. Nakreslete jeden dílenský výkres ze sestavy (zadání bude upřesněno v průběhu řešení).
6. Proveďte nezbytné výpočty s využitím speciálních SW.
7. Bakalářská práce vyhotovená v souladu s požadavky a předpisy FS bude obsahovat úvodní rešerši, návrh konceptu, nezbytné pevnostní výpočty a popis konstrukčního řešení.
8. Rozsah práce: min. 35 stran textu mimo přílohy, výkresová část formát A1.
9. Pro obhajobu zhotovte fyzický model některého vybraného prvku, bude upřesněno v průběhu řešení práce, dále vizualizaci finálního návrhu.

Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN 01 6910 *Úprava písemností zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, 2007. 48 s.

ČSN ISO 690 (01 0197) *Informace a dokumentace: Pravidla pro bibliografické odkazy a citace informačních zdrojů*. Praha: Český normalizační institut, 2011. 40 s.

PLCHOVÁ, A., HRUDIČKOVÁ, M. *Design v konstrukci strojů návody do cvičení: skriptum*. 1. vyd. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2005. 54 s. ISBN 80-248-0794-7.

PETRUŽELKA, J. *Ročníkový projekt. Jak psát bakalářskou práci* [online]. Ostrava: VŠB-TUO, FS, poslední aktualizace 30. 6. 2009 [cit. 2009-30-10]. Dostupný z www: <URL: <http://www.345.vsb.cz/KE%20vyuka/Jak%20ps%C3%A1t%20cerven%202009.pdf>

DEJL Z. *Konstrukce strojů a zařízení I – Spojovací části strojů*. Ostrava: Montanex, 2000. 225s. ISBN 80-7225-018-3.

KALÁB, K. *Části a mechanismy strojů pro bakaláře, Části spojovací: skriptum*. 1.vyd. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2008. 90 s. ISBN 978-80-248-1290-8.

NĚMČEK, M.: *Řešené příklady z částí a mechanismů strojů: skriptum* 2. vyd . Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2008. 111 s. ISBN 978-80-248-1782-8.

Firemní literatura, podklady apod.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

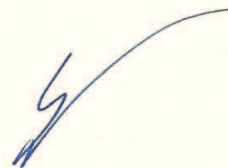
Vedoucí bakalářské práce: **Dr.Ing. Anna Plchová**

Datum zadání: 17.02.2014

Datum odevzdání: 19.05.2014



doc. Dr.Ing. Ladislav Kovář
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou (bakalářskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.

beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou (bakalářskou) práci užít (§ 35 odst. 3).

souhlasím s tím, že diplomová (bakalářská) práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.

bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.

bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou (bakalářskou) práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě :

.....

podpis

Jméno a příjmení autora práce: Petr Chapčák

Adresa trvalého pobytu autora práce: J. Vrchlického 10, Havířov- Podlesí, 736 01

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucí mé bakalářské práce Dr.Ing. Anně Plchové, dále také Ing. Mileně Hrudíčkové, Ph.D a MgA. Petrovi Neničkovi za poskytnutí odborných rad, cenné rady, ochotu a vstřícný přístup během zpracování této práce.

Mé poděkování dále patří mým spolužákům, kteří byli vždy ochotni poskytnout pomoc a rady. Dále bych chtěl poděkovat rodině a přátelům za jejich podporu během mého studia. A v neposlední řadě také Janu Ševčíkovi, uměleckému truhláři, který mi dal užitečné informace v oboru truhlářství a také mi pomáhal s výrobou modelu.

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

CHAPČÁK P., *Návrh variabilního školního stolu*: Bakalářská práce. VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra Výrobních strojů a konstruování, 2014, 42 s. Vedoucí práce: Dr. Ing. Anna Plchová

Tato práce se zabývá řešením designu variabilního školního stolu pro studenty. Je zde navržený mechanismus výklopného displeje, díky kterému může stůl sloužit jako pracovní stůl a v případě potřeby jako počítačový. Návrh designu se snaží držet klasických hranatých tvarů, které jsou levně vyrobitelné a také moderní. Stůl vyhovuje potřebným ergonomickým a technickým normám. Hlavním cílem bylo vymyslet jednoduchý mechanismus pro variabilitu s displejem. Dále byl kladen důraz na pohodlnou a plnohodnotnou práci jak s počítačem, tak bez něho. Je navržen pro jednoduchý chod a praktičnost. Navržený stůl je možno dle technických zásad vyrobit a poskládat.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

CHAPČÁK P., *Design for Variable School Desk*: Bachelor Thesis. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Design, 2014, 42 p. Head of the work: Dr. Ing. Anna Plchová

This work deals with the design of a variable table for school students. There is a proposed mechanism for tilting the screen, so it can serve as a table desk or as computer desk if necessary. Draft design tries to keep the classic square shapes that are cheap to produce and modern. Table meets the necessary technical and ergonomic standards. The main objective was to devise a simple mechanism for variability of display. Furthermore, the emphasis on comfort and work as a full-fledged computer or without. It is designed for simple operation and practicality. The proposed table is possible produce and assemble, according to engineering principles.

Obsah

Seznam použitého označení a symbolů	10
1. Úvod.....	11
2. Stoly obecně.....	11
2.1 Rozvaha	12
2.2 Rozdělení podle materiálu	12
2.3 Rozdělení podle určení	13
2.4 Rozdělení podle konstrukce	14
3. Inspirace.....	15
3.1 Laminate School Science Tables.....	15
3.1 VU.VU.VU. by Ballabio	15
3.2 LANDA DESK.....	16
4. Cíle práce	17
5. Varianty řešení.....	18
5.1 Varianta 1	18
5.2 Varianta 2	19
5.3 Varianta 3	21
6. Řešení konečného návrhu	24
6.1 Použité materiály	24
6.2 Ergonomie	25
6.3 Základní tvar.....	26
6.3.1 Pracovní deska	26
6.3.2 Tvar nohou.....	28
6.3.3 Odkládací prostor.....	28
6.4 Mechanismus	29
6.4.1 Uchycení monitoru	30
6.4.2 Vyklápěcí deska.....	31
6.4.3 Ostatní spoje	33

7.	Výpočty	34
7.1	Dimenzování čepu dveřního pantu TKZ	34
8.	Grafické řešení	35
8.1	3D model	35
8.2	Human Builder	36
8.3	Vizualizace	37
9.	Závěr	39
	Seznam použité literatury	40
10.	Seznam příloh	42

Seznam použitého označení a symbolů

Značení	Význam	Jednotka
π	Ludolfovo číslo (3,14)	
3D	trojrozměrný (Three Dimensional)	
CAD	2D a 3D počítačové projektování (Computer aided design)	
CRT	Katodová trubice - zobrazovací zařízení používáno ve většině televizí a monitorů (Cathode Ray Tube)	
ČSN	Česká technická norma	
d	průměr	mm
DIN	Německá národní norma	
EN	Evropská norma	
F	síla F	N
g	gravitační zrychlení	$\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$
ISO	mezinárodní organizace pro normy	
ks	počet kusů	
LCD	Displej z tekutých krystalů (Liquid Crystal Display)	
Lub	Je použit pro zpevnění stolu	
m	hmotnost	kg
M3	označení metrického závitu	
MKP	metoda konečných prvků	
NTB	notebook	
PC	stolní počítač	
USB	univerzální sériová sběrnice (Universal Serial Bus)	
VRay	renderovací engin pro 3D vizualizace	

1. Úvod

Tématem mojí bakalářské práce je navržení variabilního stolu pro studenty. Téma jsem dostal od mé vedoucí bakalářské práce Dr. Ing. Anny Plchové, která přišla s nápadem udělat stůl pro studenty do nově vznikající učebny Vysoké Školy Bánské v Šumperku. Myšlenka byla jednoduchá. Z důvodu úspory prostoru a také financí bylo potřeba vymyslet, jak udělat v jedné místnosti prostor pro počítačovou a pracovní učebnu. Řešením bylo vymyslet stůl, na kterém může student pohodlně pracovat a v případě potřeby využije pro práci i PC.

Jedna z hlavních myšlenek je také umožnit přehled přednášejícímu o pozornosti posluchačů v učebně. Pokud přednášející bude chtít, aby posluchači dávali pozor, jednoduše je požádá o sklopení monitorů. Díky tomu nebudou posluchači rozptylováni, budou mít volný výhled v zorném poli na daného přednášejícího a ten naopak bude mít přehled, zda na něho posluchači reagují či nikoli.

Na trhu jsem nenašel příliš stolů, které by měli podobné zaměření. Spíše jsem narazil na podobné stoly s využitím notebooků. To byla taky jedna z prvních otázek, proč právě PC, když se dnes těšíme velké oblibě NTB. Pravdou je, že pro práci je stále pohodlnější PC, než NTB právě díky jednomu z důvodů možnosti použití velké obrazovky. Většina designérů využití PC u svých stolů neřeší, dnes už jsou totiž LCD obrazovky kompaktních rozměrů a nezabírají na stole tolik místa jako o generaci starší CRT monitory. U stolu zaměřeného pro studenty se nám systém vyklápění monitoru zamlouvá z důvodu zvýšené přehlednosti profesora o práci studentů.

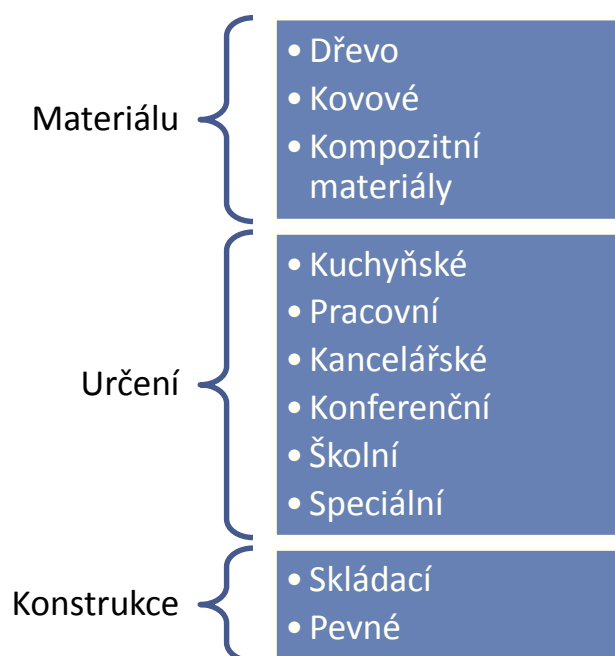
2. Stoly obecně

V této kapitole jsou zpracovány informace, které jsem získal v průběhu procesu navrhování stolu. Tyto informace jsou základem pro zjištění základních kritérií a požadavků pro funkčnost navrhovaného stolu.

Stůl je nábytek složený z desky, lubu a nohou. Používá se pro práci nebo stolování v obvyklé nebo pohodlné výšce. Pracovní stůl můžeme pomyslně rozdělit na jednotlivé segmenty, které nám slouží pro lepší orientaci na pracovní ploše a zajistí správné uspořádání věcí podle použití stolu. Různé objekty mohou být položeny na stole trvale např. televizor, počítač, dekorace atd., nebo na přechodné např. výkresy, papíry během psaní apod.

2.1 Rozvaha

Nejprve jsem provedl rozbor pracovních stolů, tzv. rešerši. V té jsem se dozvěděl o různém použití stolů, druzích stolů a jejich rozdělení. Dále jsem našel veškeré informace potřebné ke správnému zařazení mého stolu. Stoly jako takové můžeme rozdělit dle jednotlivých požadavků. Podle použitého materiálu, místa použití nebo podle použití stolu. Rozsáhlé rozdělení stolů, jsem udělal hlavně z důvodu, že mnou navrhovaný stůl bude velmi specifický. V prvotní řadě sice půjde o školní stůl, ale jako takový mu nebudou náležet hlavní rysy tohoto typu stolu. Bude vybaven složitější konstrukcí a mechanismem, který u školních stolů není zvykem. Z toho plyne, že jednotlivé rozdělení stolů spolu úzce souvisí.



Rozdělení stolů

2.2 Rozdělení podle materiálu

Dřevěné

Dřevěný stůl byl asi jeden z prvních vyráběných stolů. Dřevo bylo všude k dostání a byl jednoduše opracovatelný a vyrobitelný. Tento materiál se používá dodnes spolu s jeho imitacemi a jinými výrobními verzemi.

Kovové

Tyto stoly se hodí např. jako pracovní stůl, kdy uživatel vyžaduje vysokou pevnost a odolnost stolu. Můžou být vyrobené např. z plechu s různými úložnými zásuvkami

Z kompozitu

Kompozit je materiál ze dvou nebo více substancí s rozdílnými vlastnostmi, které spolu utváří nové vlastnosti výrobků. U stolů se používá např. beton, různé druhy plastů apod. Setkáme se s nimi velmi často např. na veřejných prostranstvích kde je kombinace betonových noh a dřevěné desky.

2.3 Rozdělení podle určení

Kuchyňské

Kuchyňský stůl nebyl jen stolem jídelním, byl v minulosti i stolem pracovním a navíc v něm bylo uschováno mnoho šuplíků, v nichž bylo mnoho drobností potřebných v domácnosti. Díky této multifunkčnosti tvořil kuchyňský stůl centrum kuchyně, kde také povětšinou stál. Používá se ke stravování v domácnosti, školní jídelně nebo restauraci.

Pracovní

Tyto stoly mají svůj účel v jednoduchosti a pořádku. Většinou je zde použito mnoho úložných prostorů a je velký důraz na velkou pracovní plochu a utříděnost. Stoly bývají velmi často z odolných materiálů např. plechů.

Kancelářské

Kancelářské stoly nebo psací stoly slouží především pro administrativu, psaní a korespondenci. Kdysi byl vybaven např. psacím strojem, dnes už ho nahradil notebook nebo stolní počítač. Důraz je kladen na správné rozložení plochy pro pohodlné psaní. Tyto stoly se dnes hojně využívají ve všech pracovních pozicích, ve kterých potřebujeme k práci počítač apod. věci.

Konferenční

Slouží k odkládání věcí během odpočinku a sezení na pohovce, nejčastěji je kombinován se sedacími soupravami. Bývají daleko nižší než ostatní stoly právě z důvodu že pod nimi nesedíme. Bývají velmi často kombinovány např. se sklem.

Školní

Mívají menší rozměry z důvodu úspornosti prostorů. Většinou nemají žádné úložné prostory ani odkládací přihrádky. Jsou dělané co nejlevnější, jednoduché bez složitých mechanismů.

Speciální

Mezi tyto stoly můžeme zařadit např. vyšetřovací, relaxační nebo masážní stoly. Slouží zejména k pohodlnému uložení např. člověka nebo zvířete. Svou funkcí se podobají nejrozumnějším lůžkům avšak rozdílem je jejich rovná plocha, která je vhodná pro lepší operativnost na daném objektu. Většinou jsou polohovatelné ve vodorovných a příčných osách, mohou být vybaveny polstrováním nebo zábradlím.

2.4 Rozdělení podle konstrukce

Skládací

Velmi často se stane, že stoly potřebujeme přemístit na větší vzdálenosti, často s nimi manipulujeme, nebo potřebujeme různě měnit jejich rozměry. K tomu nám slouží právě tyto skládací konstrukce, mezi které zařazujeme např. stoly kempingové, které bývají kompaktních rozměrů s jednoduchým mechanismem složení, avšak bývají většinou křehké, ba i nestabilní. Patří zde také např. stoly kuchyňské rozkládací, které se dají roztáhnout na větší rozměry pro možnosti usazení více lidí. Skládací stoly bývají také např. pracovní, kdy uživatel požaduje mít pracovní stůl stále s sebou apod.

Pevné

Většina stolů bývají dělané pevné, neskládací, dokonce jsou často i přišroubované (nebo jinak spojené) s podlahou a jsou tak bez příslušných nástrojů nedemontovatelné. S těmito pevně uchopenými stoly se můžeme setkat např. na veřejných místech, kde nechceme, aby byly stoly odcizeny, nebo na místech kde je nežádoucí posunování a jiná manipulace se stoly. Mohou být také pevně přichycené ke zdi, nosníkům apod.

3. Inspirace

V následující kapitole jsou uvedeny příklady stolů, které mě zaujaly svým nápaditým řešením.

3.1 Laminate School Science Tables

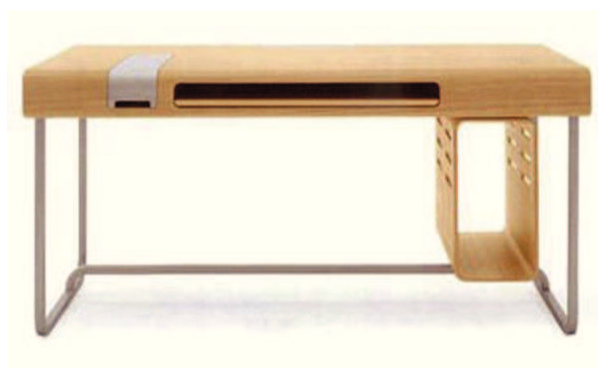
Tento stůl (obr. 1) mě zaujal svoji jednoduchostí a elegancí. Jednoduché hrany zaručují levnou výrobu a přitom vypadá moderně. Celý design umocňují dva velké úložné prostory. Barevná kombinace se mi velice líbí, černá deska je ideální do školy, protože maskuje špinavé stoly, rýhy a jiné znečištění. Celý barevný koncept pak zakončují černé koncovky noh, které díky tomu, že jsou z ocele, fungují i jako odolný kryt.



Obr. 1 - Laminate School Science Tables [1]

3.1 VU.VU.VU. by Ballabio

Na tomto stole (obr. 2) mě zaujal především tvar, který je hladký, s velkým zaoblením. Je celý vyrobený z překližky a jako podpora slouží pochromovaná hliníková konstrukce. Pěkný držák na PC skříň je umístěn ve vzduchu, takže nijak nepřekáží. Velmi pěkně řešený je taky úložný prostor, který je kryt opět hliníkem. A v zaobleném stylu také pokračuje výsuvná klávesnice.



Obr. 2 – VU.VU.VU. [2]

3.2 LANDA DESK

Tento stůl mě zaujal svými chytře schovanými úložnými prostory. Zadní deska je odklopitelná a pod ní se dá dát spousta věcí, také tam jsou umístěny zásuvky. Chytře vymyšlený je systém vedení kabelů, které jsou vedené v drážce kryté zhuštěnými vlasci, ty jednak nedovolí nečistotám proniknout do útrob stolu, ale také slouží jako zajímavý designový prvek.



Obr. 3 - LANDA DESK [3]

4. Cíle práce

Cílem mojí bakalářské práce je navrhnout variabilní stůl pro studenty, který se dá použít jako pracovní stůl anebo počítačový stůl s monitorem.

Ve své bakalářské práci bych chtěl dosáhnout těchto bodů:

- Jednoduchý stůl s malými rozměry pro co nejlepší zasazení stolů do učebny
- Navrhnout kvalitní a jednoduchý mechanismus variability monitoru
- Lehce a levně vyrobitelný stůl
- Použití levných materiálů, ale aby stůl působil elegantně
- Zachovat pohodlnost a pracovní prostor pro uživatele
- Zachování plnohodnotného pracoviště, kde nebude monitor překážet
- Možné použití nejen ve školách, ale i v domácnostech a kancelářích.
- Zajistit dostačující odkládací prostory
- Umožnit dostačující přehlednost okolo stolu, zejména viditelnost na tabuli

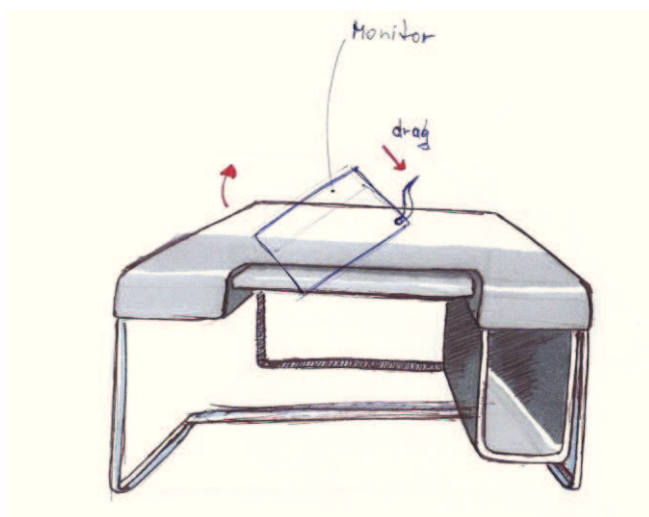
Chtěl bych vyřešit problém s malými prostory ve školách, kdy je potřeba hodně učeben s rozdílnými pracovišti. Dále problém u mnoho učeben, kdy velké monitory vadí v zorném poli na promítající plochu. Vyřešit dostatečnou odkládací plochu pro studentovy pomůcky a potřeby, např. papíry, sešity, svačinu aj., které chybí ve většině učeben.

5. Varianty řešení

Po rozsáhlé rešerši a prozkoumání trhu se zjištěním dostupnosti stolů, jednotlivých variant a rozdílnosti stolů jsem navrhl několik typů konstrukce stolů. Také jsem navrhl několik možných variant navržení variabilního monitoru. Po těchto návrzích a hledání znalostí řešení problému dané tematiky jsem vybral jeden návrh, který nejlépe splňuje mé očekávání a rozhodl jsem danou problematiku řešit a navrhnout patřičný způsob variability monitoru.

Návrhů konstrukce stolu jsem měl mnoho, počínaje extravagantními tvary až po ty jednoduché. Stejně tak různé varianty řešení problematiky umístění monitoru. Postupně jsem dospěl ke třem variantám stolu, ze kterých jsem nakonec došel k jednomu konečnému řešení.

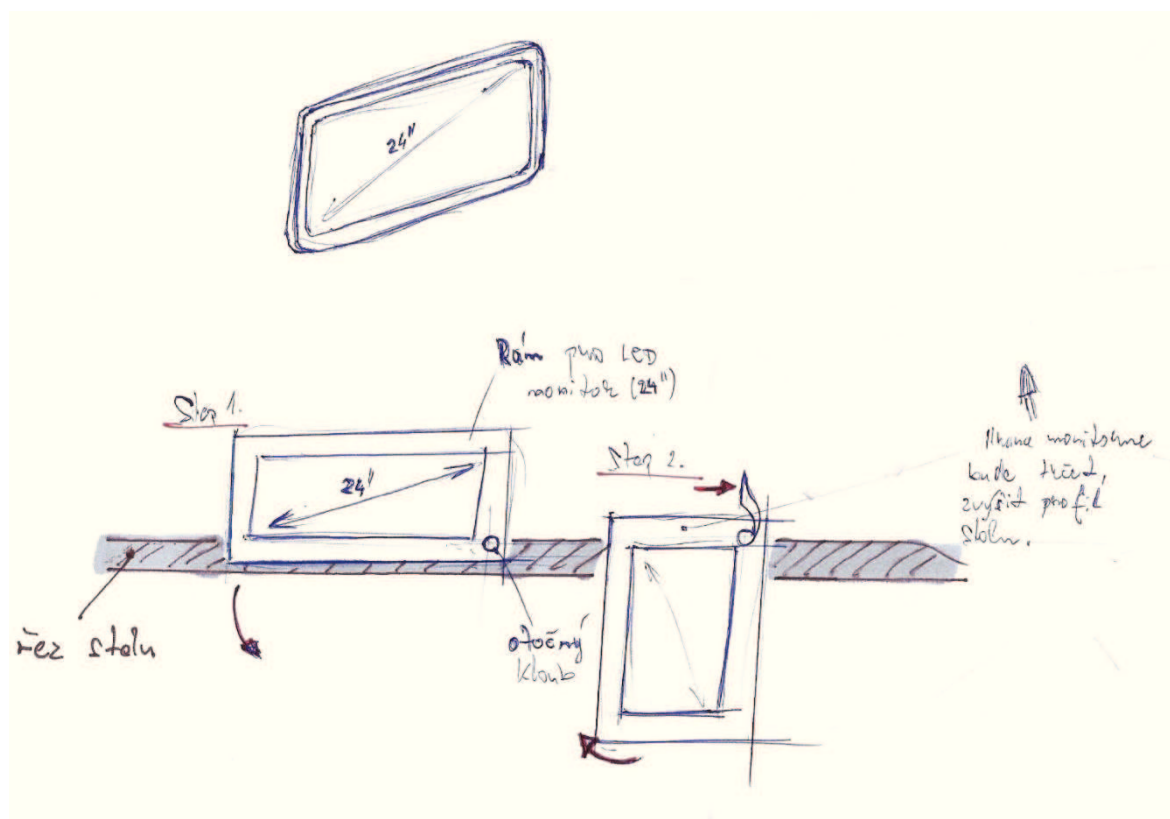
5.1 Varianta 1



Obr. 4 – Skica varianta 1

První mnou navržená varianta byla velmi jednoduchá. Monitor by byl otočně uložen na kloubu (obr. 4). Jakmile se na páčku potlačí, monitor se vysune obloukem nahoru a aretuje se v požadované pozici. Koncepce stolu je taktéž jednoduchá, jedna stolová deska stojí na ocelové konstrukci. Tato ocelová konstrukce by taktéž držela skříň pro PC. Ten by byl díky obklopenými deskami chráněn. Nevýhoda byla, že by PC neměl dostatečný přívod vzduchu pro chlazení, to by se dalo vyřešit např. vyřezáním otvorů. Ten zásadní problém byl ale až v moc jednoduchém systému otočení monitoru. Na to by musel uživatel vynaložit příliš mnoho úsilí, pro otočení okolo 5kg monitoru na tak malé páce. Dále by musel uživatel nejspíš obejít celý stůl, aby se dostal k páce a mohl jí pohodlně obsluhovat.

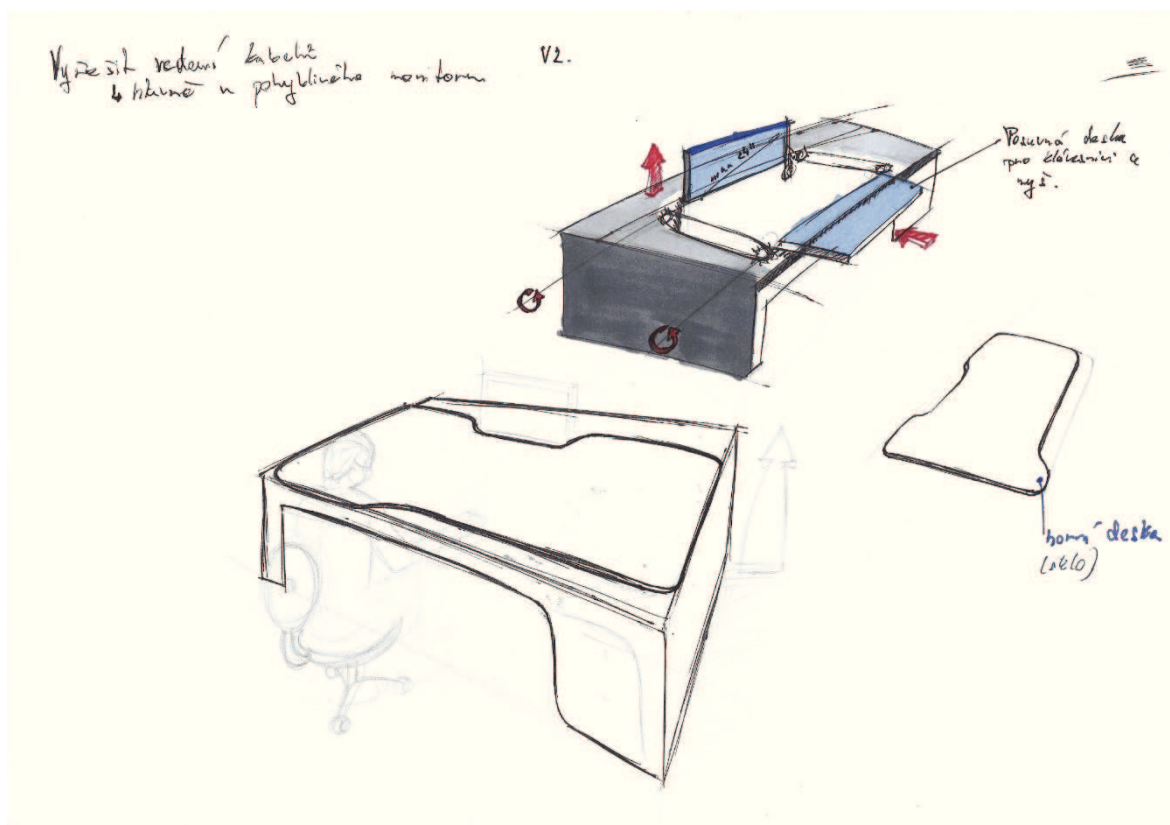
Výhodou celé konstrukce byla velmi levná výroba jak celého stolu, tak systému vysunutí monitoru.



Obr. 5 – Skica varianty 1: detail mechanismu

5.2 Varianta 2

Druhý návrh začal myšlenkou posunutí vrchní desky stolu směrem od uživatele. Tím by se odkryl prostor s klávesnicí a myší a přes mechanický převod vysunul v příčné ose monitor (obr. 6). Tento návrh se zdál být daleko lepší a upravil jsem ho, aby byl propracovanější. Navrhl jsem mechanický převod (řetězový nebo řemenový) mezi výsuvnou deskou klávesnice a monitorem (obr. 7). Ve chvíli kdyby uživatel chtěl vysunout monitor, stačilo vysunout desku s klávesnicí a myší a díky převodu by se vysunul i monitor. Uživatel by tak měl během jednoho pohybu před sebou jak klávesnici s myší, tak monitor a mohl by hned začít pracovat.

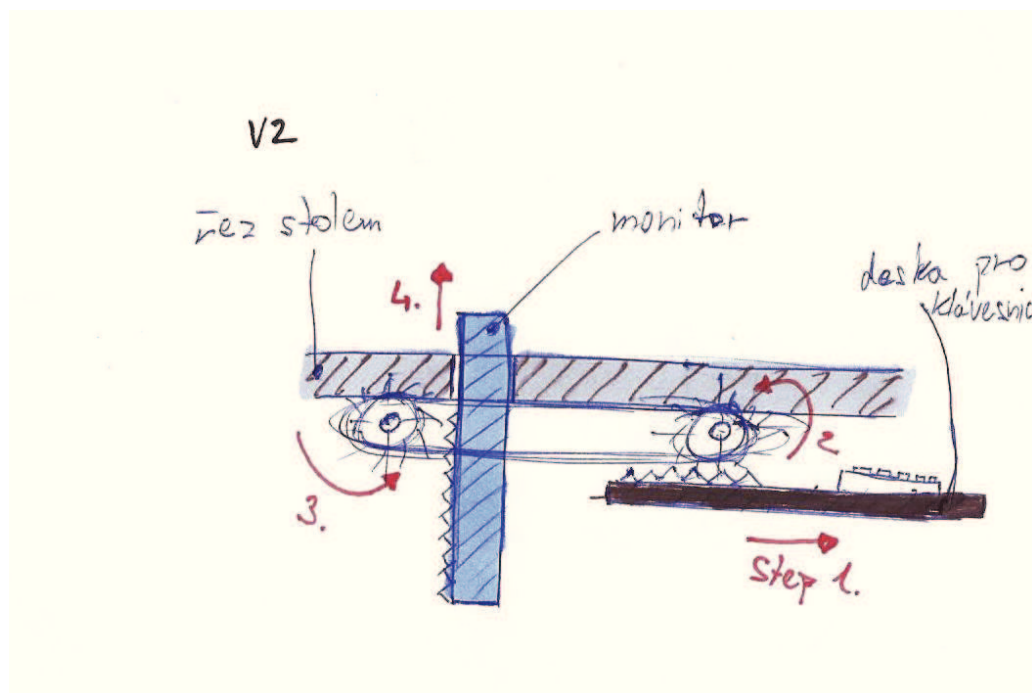


Obr. 6 – Skica varianty 2: výsuvný mechanismus

Design stolu byl stále jednoduchý, pouze spojené dřevěné desky, ty byly použity jak na pracovní plochu stolu, tak i na nohy.

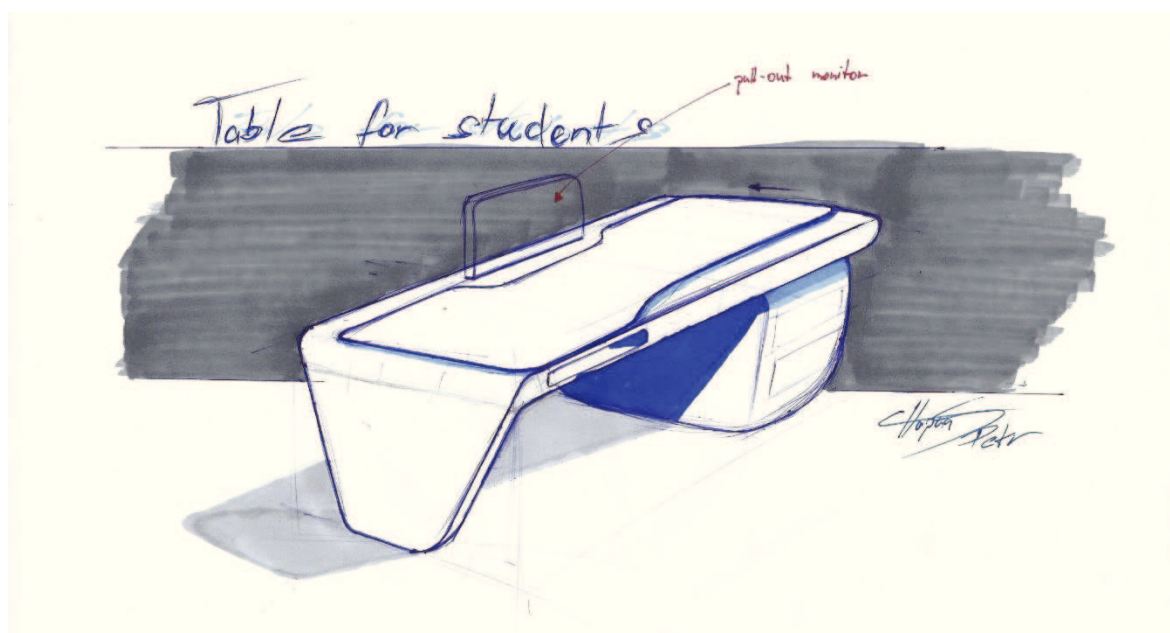
Výhody byly v chytrém systému jak rychle a efektivně umožnit uživateli přístup k nejdůležitějšímu hardwaru PC a monitoru. Pracovní prostor na stole byl stále neměnný a uživatel tak měl dostatečný prostor pro práci na stole i na počítači. Jakmile by skončil, tak stačilo zase desku s klávesnicí jen zasunout zpátky a monitor by zajel do stolu. Také díky převodu by se mohl nastavit převodový poměr. Díky tomu by desku s klávesnicí stačilo povysunout jen kousek a monitor by mohl vyjet o značně větší délku.

Hlavní nevýhodou bylo, jak udržet monitor nahoře. Po vysunutí desky s klávesnicí a její následné puštění, by monitor svou vlastní tíhou zajel zase zpátky. Tento problém by se jistě dal vyřešit, ovšem po větším pochopení techniky převodu jsem od této varianty upustil z důvodů složitosti celého systému. Převod by byl náchylný na okolí, musel by být zajištěn dostatečný prostor pro jeho diagnostiku a systém by vyšel docela draze.



Obr. 7 – Skica varianty 2: detail mechanismu

5.3 Varianta 3

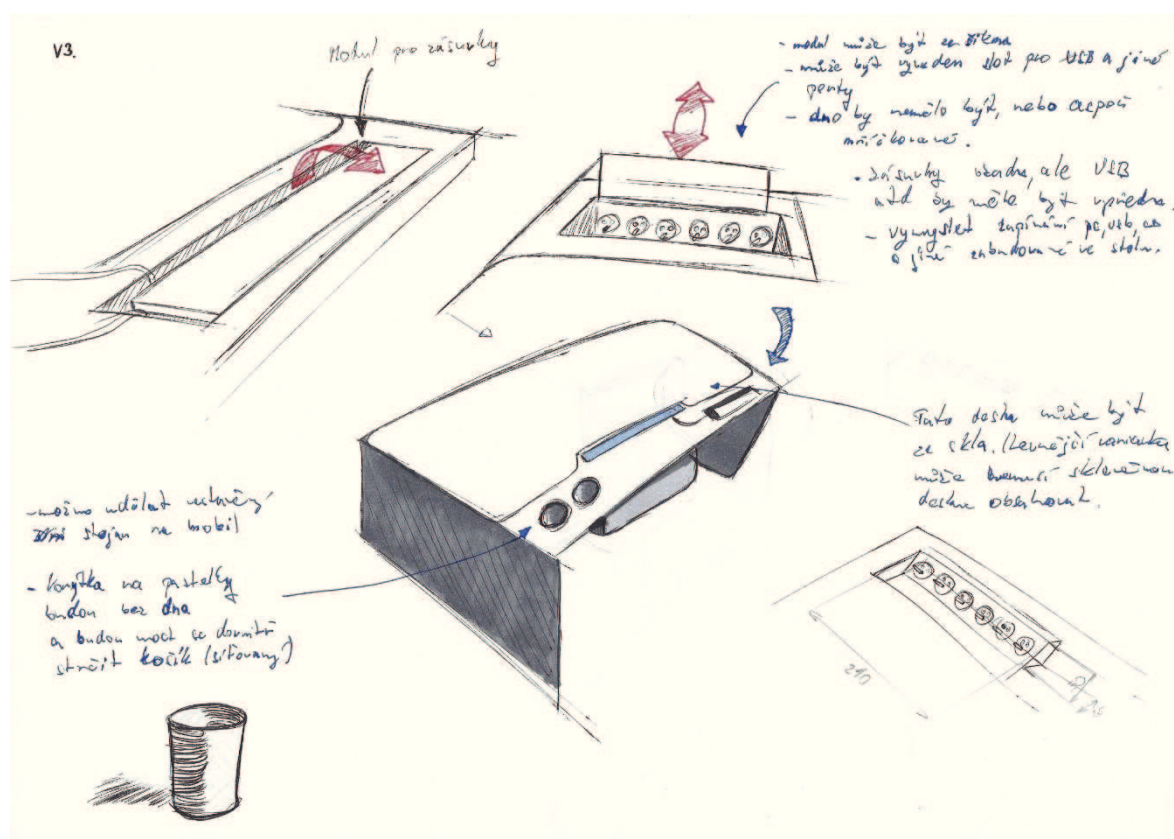


Obr. 8 – Skica varianty 3

Z předchozího návrhu jsem usoudil, že bych se měl opět vrátit k jednoduchému řešení vyklopení monitoru. Přišel jsem tedy s jednoduchým návrhem vysunutí monitoru

opět v příčné ose pomocí síly. Uživatel by jednoduše vytáhl svépomoci monitor do požadované polohy. V desce stolu by ovšem musel být otvor pro uchycení monitoru rukou, proto jsem tento návrh trochu doladil o elegantní způsob. V desce stolu by byl umístěn mechanismus, díky kterému by stačilo se monitoru ze shora jen dotknout a trochu ho zatlačit a následně by monitor kousek povyskočil (podobný způsob jako vyklopení kazetáku v rádiu). Po té by bylo už vytažení monitoru snadné.

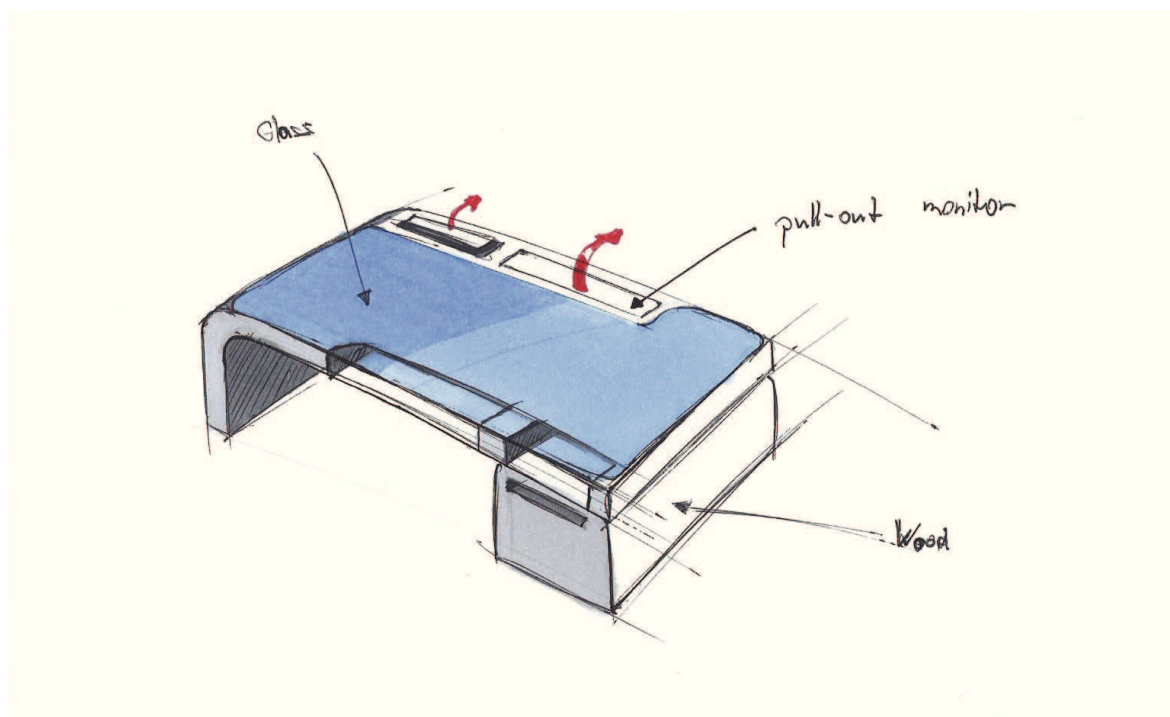
Co se týče tvarů, tak jsem se nechal inspirovat oblými tvary, zaoblenými křivkami a snažil jsem se vypustit hrany. V této varietě jsem taky navrhl způsob umístění různých odkládacích systémů, krytý systém zásuvek, kde by kabely byly co nejlépe schované. A u této varianty taky možnost použití skla.



Obr. 9 – Skica varianty 3: úložný prostor

Výhodou bylo jednoduchost systému, který by byl levný, nenáročný na údržbu i výrobu a skýtal jednoduchou alternativu pro vysunutí monitoru. Klávesnice a myš by byla bezdrátová a vytáhla by se z navrženého úložného prostoru. Pracovní prostor by byl vyhovující pro práci jak na počítači, tak i pro práci mimo něj.

Tuto variantu jsem zamítl hlavně z důvodů, že vysunutí těžkého monitoru ručně v příčné ose by nemuselo uživateli být příjemné a docela by se při tom nadřel. Stejný problém jako u předešlého návrhu byl, jak zajistit monitor v otevřené poloze. Taktéž tvary jsem nemohl použít z jediného důvodu, stůl by kvůli oblým tvarům musel být vyroben celý z masívu a ten je velice drahý, stejně jako jeho následné zpracování do požadovaných tvarů. Použití skla bylo jen provizorním nápadem, který by se mohl uplatit spíše u kancelářských stolů a spíše pro “luxusnější” verzi.



Obr. 10 – Skica varianty 3: “Luxusní” verze s použitím skla

6. Řešení konečného návrhu

Z výše popsaných variant, jsem nakonec dospěl k návrhu posledního řešení. Půjde o vyklápěcí monitor ve směru od uživatele. Monitor bude otočný v jednom bodu a to čepu, který bude přichycen na úchytu LCD monitoru a otočný v tloušťce desky stolu. Dále zde bude výsuvná deska, která bude schovaná pod monitorem a ve chvíli otevření držáku LCD se vykllopí namísto původní polohy monitoru. Pracovní plocha stolu tedy bude nezměnná a stále zarovnaná v jedné hladině bez výklenků. Mechanismus je v celku jednoduchý a nenáročný na výrobu.

Při návrhu konečného návrhu jsem se musel zabývat designem do hloubky, to znamená prostudovat si ergonomii, mechanismy, materiály a celou myšlenku navrhovaného stolu.

6.1 Použité materiály

Pracovní deska a nohy

Pro pracovní desku a nohy jsem po konzultaci s uměleckým truhlářem Janem Ševčíkem zvolil **Lamino**. Jde tedy o desky typu DTD, zajišťující dostatečnou pevnost díky navrhnuté konstrukci a pevnosti v ohybu udávající od 10-20 MPa. Tento materiál jsem zvolil také kvůli jeho nízké ceně. Pro můj případ je to asi nejvhodnější volba z důvodu dobrého poměru cena-výkon.

Držák monitoru

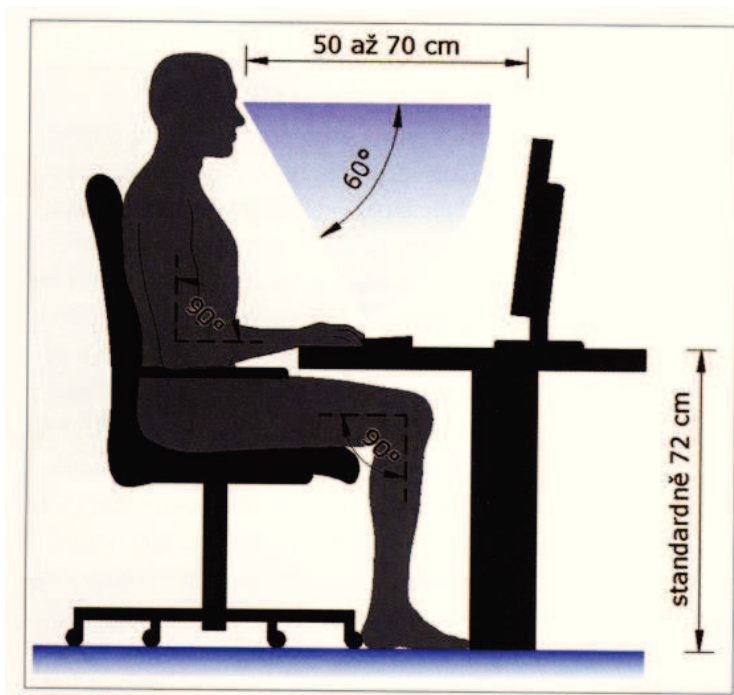
Pro tuto část jsem potřeboval najít materiál, který by byl lehký, ale hlavně dostatečně pevný na ohyb. Vybíral jsem mezi hliníkem a nerezovou ocelí, kdy jsem se nakonec po konzultaci s Ing. Milenou Hrudíčkovou rozhodl použít **nerezovou ocel 17 042.2**. Tento materiál mi zaručuje dostatečnou pevnost při malých tloušťkách, díky čemuž může být zajištěno kompaktních rozměrů.

Výztuhy

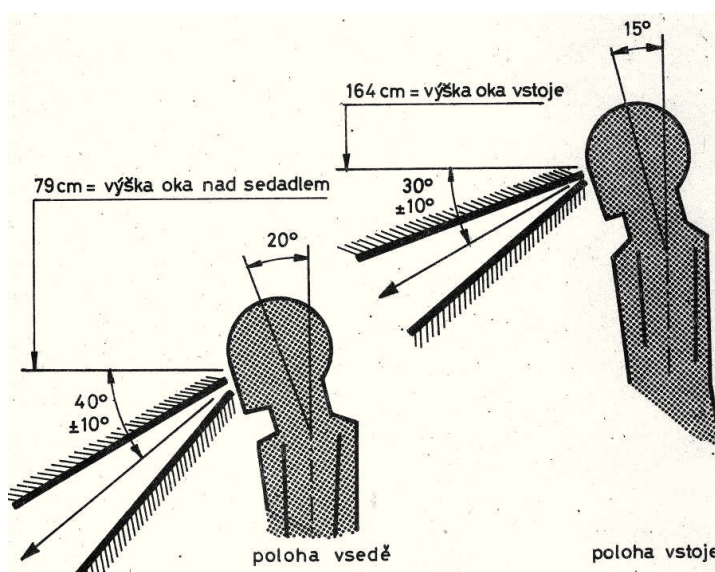
Ve stole jsem použil několik výztuh pro zpevnění celé koncepce. U výztuh desky kolem monitoru jsem zvolil **masivní dřevo-buk**. Tento materiál jsem také použil na výsuvnou desku, je to z důvodu, že v těchto částech budou vyfrézovány tvary pro funkčnost celého systému.

6.2 Ergonomie

Podle níže uvedených obr 11, 12 a tabulky 1, jsem navrhoval uvedené pracoviště pro studenta. Vycházel jsem ze středních hodnot člověka (dle tab. 1 je to 170 cm) a bral v úvahu mezní rozměry. Z obrázku 11 také vyplývá jak daleko a nízko má být monitor usazen.



Obr. 11 – Doporučené rozměry sedícího člověka vůči pracovnímu prostředí



Obr. 12 – Typ pohledu na pracovní prostor počítačového pracoviště

Výška postavy	155 cm	170 cm (průměr)	185 cm
Výška sedačky	41 cm	46 cm	52 cm
Výška pracovní plochy (stůl)	60 cm	65 cm	72 cm
Výška roviny očí od podlahy (v sedě)	103 cm	119 cm	135 cm
Vzdálenost očí od monitoru	minimálně 40 cm, optimálně 60 cm („na délku ruky“)		
Zorný úhel	60°		

Tab. 1 Doporučené rozměry počítačového pracoviště

6.3 Základní tvar

Od prvních návrhů až po ty poslední jsem měl nespočet variant tvarů. Navrhoval jsem od ostrých linií až po oblé tvary, zakulacených hran a elipsovitých křivek. Nakonec jsem došel k jednoduché alternativě. V dnešní době jsou hranaté tvary moderní, ať už v jakémkoli odvětví designu a proto jsem zvolil čistě hranaté tvary s jen nepatrnými zaobleními.

Základním elementem návržení celého tvaru byl monitor. Ten jsem zvolil 24“, protože je to nejpoužívanější monitor na školách. Poskytuje velkou pracovní plochu pro práci v nejrůznějších grafických i editačních programech a přitom má stále docela kompaktní rozměry. Jelikož nemám informace o tom, jaké monitory by škola zakoupila a ani bych tento předpoklad nemohl prakticky využít, kvůli možnosti vyrobit stůl nejen pro danou školu, musel jsem provést rešerši 24“ monitorů na trhu a z těch jsem odvodil nejadekvátnější rozměry. Ty jsem nakonec zvolil tak, aby se blížili nejčtenějším hodnotám, ale zároveň aby nepřesahovali vychýlené hodnoty. Nakonec jsem zvolil tyto rozměry: 120x60x75 cm (Š x V x H).

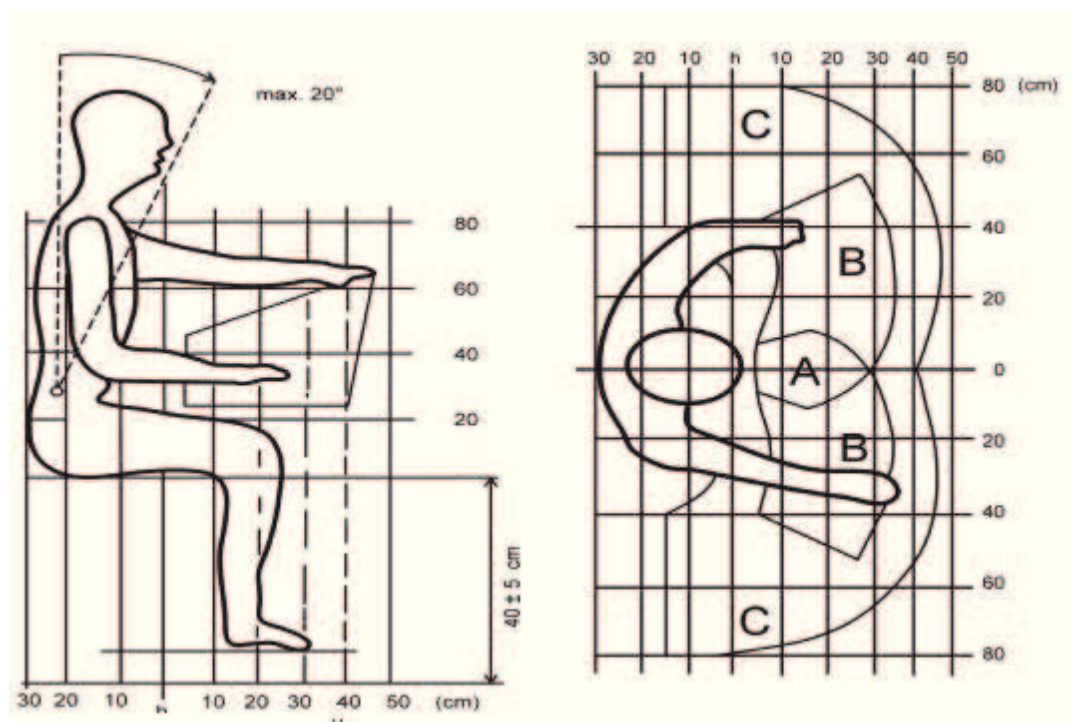
6.3.1 Pracovní deska

U pracovní desky je důležitý především prostor pro práci a pohyblivost. Proto jsem chtěl volit velké rozměry pro dostačující prostor pro různé úkoly, které uživatel vytváří.

Ve školách je standardem pracovní desky 120x60 cm. Najdou se však i hlubší stoly 120x80 cm u kterých je většinou počítáno s místem pro monitor a PC. Byl jsem ovšem také nucen klást důraz na kompaktní rozměry třídy a dobré variabilní uspořádání stolů. Proto jsem postupoval od začátku, tudíž jaký nejmenší stůl mohu navrhnout. Stůl byl

teoreticky limitován jen monitorem. Podle použitého monitoru jsem určil nejmenší rozměr, ten jsem ovšem nadsadil o pracovní místo, které je u školního stolu velmi důležité.

Při návrhu rozměrů jsem taktéž musel počítat s ergonomií a to konkrétně s pracovními pohyby uživatele a jeho dosahy. Na obrázku [13] můžeme vidět rozložení pracovní plochy a pohyby uspořádané do tří oblastí.



Obr. 13 – Ergonomie: pracovní plocha [15]

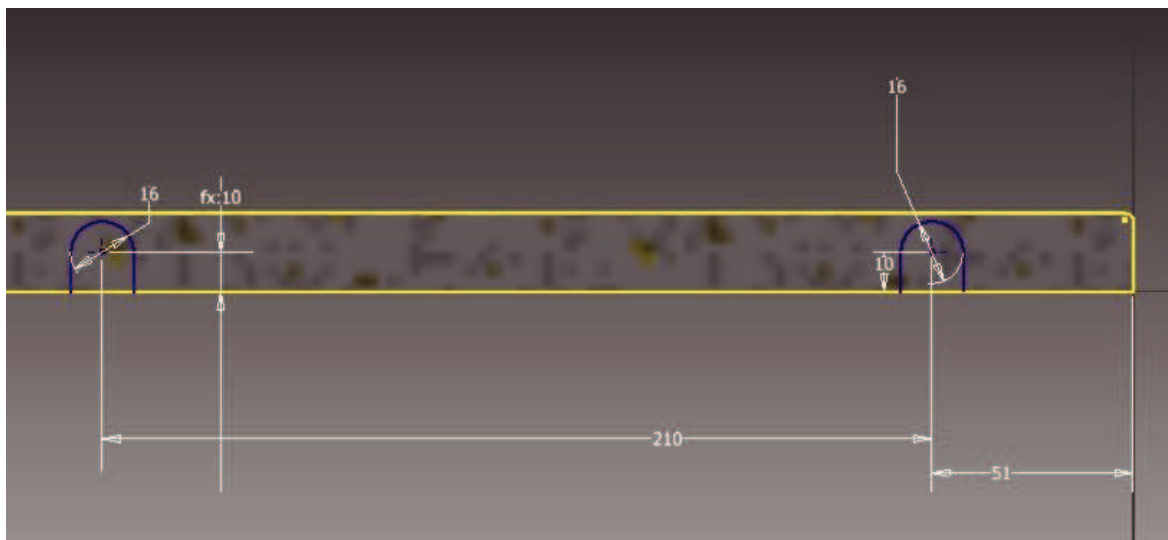
„Oblast A – časté (20 až 40x za osmihodinovou směnu) a přesné pohyby.

Oblast B – pohyby obou předloktí při manipulaci s předměty a nástroji bez nutnosti změny základní pracovní polohy

Oblast C – maximální dosah – méně časté a pomalejší pohyby a nutnost otáčení trupu.“[8]

Podle výše uvedených kritérií jsem zvolil konečné rozměry desky stolu 120x75 cm. Tyto rozměry nejen zaručují pohodlnou práci uživatele na stole, ale také jsou dostatečně kompaktní pro umístění stolu do učebny. Pracovní deska bude vyrobena z jednoho kusu desky tloušťky 20mm a do toho bude vyřezán otvor pro umístění monitoru. Zevnitř vyřezaného otvoru bude po obou stranách vyfrézována díra průměru 10mm a hloubky

30mm pro uložení čepu pantu, který bude přidělán na držáku monitoru. Dále zde budou vyfrézovány tvarové otvory průměru 16mm, kde budou později zajíždět kolečka (obr. 14).



Obr. 14 – Tvarové otvory pracovní desky

6.3.2 Tvar nohou

Na tvaru nohou velice záleží, jednak protože z něj plyne celkový dojem stolu a jednak kvůli konečnému celkovému zatížení stolu. Variant bylo několik, jak materiálových, tak tvarových. Jedním z možností bylo použití různých dřevěných hranolů, kovových tyčí, ocelových konstrukcí, anebo použití celých desek.

Já jsem si vybral použití celých desek a vyplývá to už z mých prvních variant. Důvodem je, že desky lépe drží pohromadě celý stůl a zaručují výrazně větší pevnost. To by u stolu jako takového nebylo tolik potřeba. U navrhnutého systému vyklápění monitoru ovšem bylo potřeba zajistit dostatečnou pevnost a tuhost celého stolu a to bylo nejlépe zajištěno celými deskami. Pro větší vyztužení jsem také zvolil přidání zadní desky, která zaručuje, že nohy se od sebe nebudou rozjíždět.

6.3.3 Odkládací prostor

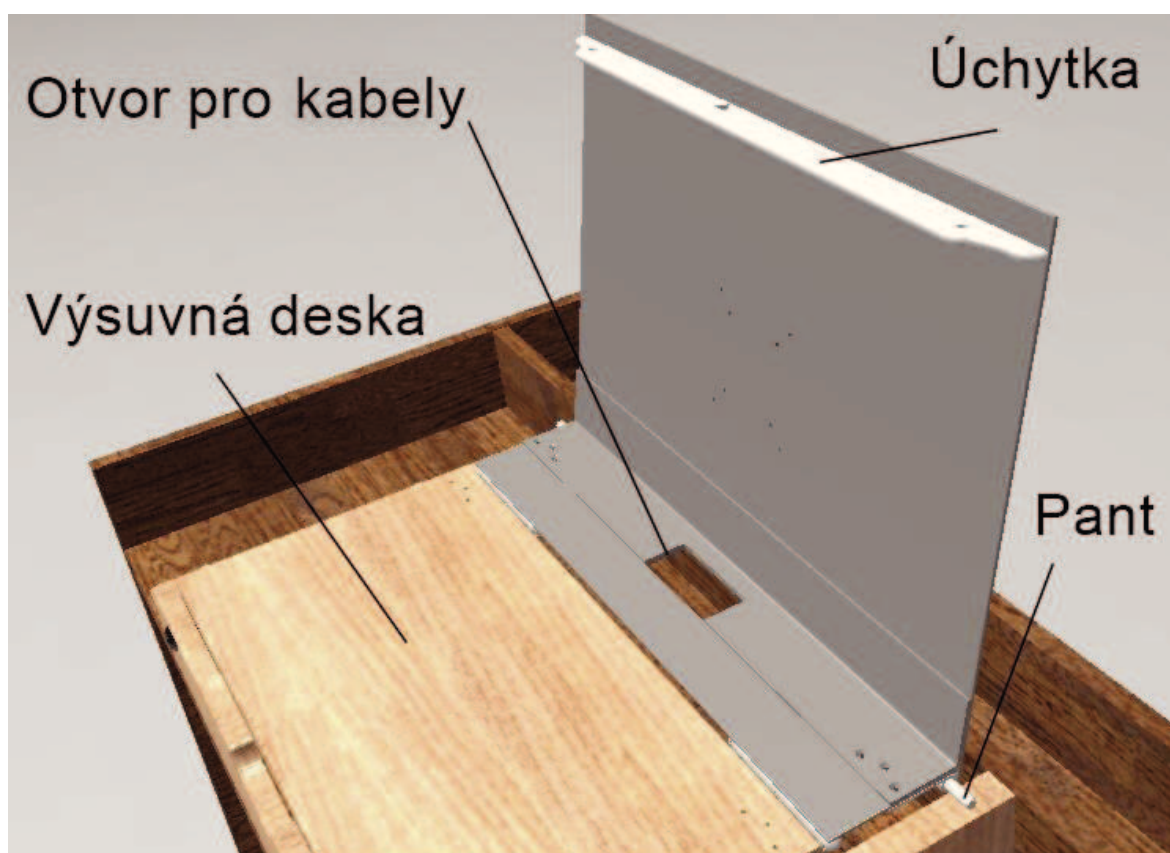
U školních stolů se velmi často setkáváme s absencí úložných prostorů. Při tom si myslím, že je to velmi důležitá součást každého stolu. Proto jsem navrhnul jednoduché a malé odkládací prostory pro nejrůznější předměty studentem běžně používané (např. papíry, sešity, skripta, psací potřeby, svačinu apod.), které jsou zabudované v konstrukci stolu, takže jednak nijak nevyčnívají z celého konceptu, ale také využívají nadbytečného

prostoru, který by byl jinak nevyužit. Tento úložný prostor je hlavně přizpůsoben formátu rozměru A4. Větší úložné prostory jsem nenavrhoval z důvodu menších rozměrů stolu.

U této varianty jsem také řešil návrh nosné části počítačové skříně. Podmínky byly jednak, aby byl k PC přístup, byl chráněn, ale také aby byl zajištěn dostatečný přívod vzduchu pro chlazení. Toto jsem vymyslel jednoduchým řešením stojanem na PC skříň. Je vyrobena taktéž z lamina a je umístěná kousek nad zemí, aby se eliminovalo nasávání prachu ze země. Stojan bude přidělaný na boční desku pomocí šroubů a tvarových držáků. Přístup vzduchu zezadu a z boku skříně není nijak blokován, takže by měl vyhovovat dané podmínce chlazení. Tento návrh ovšem není zavedený ve výkresové dokumentaci, protože pro různé účely se může použít různé řešení nosníku PC skříně.

6.4 Mechanismus

Po aplikování zásad ergonomie, výběru materiálů a návrhu základní konstrukce stolu jsem přešel k řešení mechanismu vyklopení monitoru. Zde bylo několik problémů, které bylo třeba vyřešit. Celý mechanismus je složen ze dvou částí: výsuvné desky a držáku monitoru.



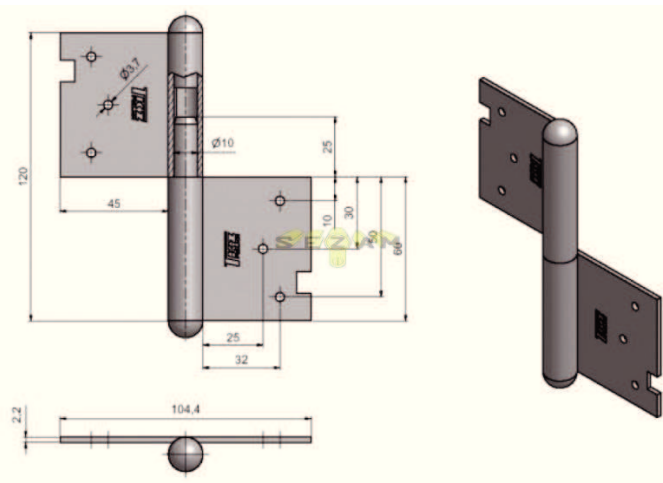
Obr. 15 – Popis držáku monitoru

6.4.1 Uchycení monitoru

Držák monitoru je vyroben z několika částí. Hlavními nosníky jsou dva plechy tloušťky 3mm z nerezové oceli, které jsou ještě vyztuženy ohnutým nerezovým plechem stejné tloušťky. Tyto tři díly jsou k sobě spojeny lepeným spojem pomocí konstrukčního lepidla Loctite. Ty jsou vhodné pro vysokopevnostní spoje tuhých součástí z kovu, které zabezpečuje tuhý a houževnatý spoj odolný smyku a loupání [11]. Na držák je ze spodu přišroubovaná dvojice pantů, jejíž čepy jsou usazeny do vyvrtané díry na pracovní desce. Držák a výsuvná deska jsou k sobě spojeny dvojicí ohebných pantů (TKZ Dvevní pant 120 9270P, 9271L, obr. 17), jeden je přilepen stejným lepeným spojem jako v předchozím případě a druhý pant je přišroubován ze spodu výsuvné desky. Do spodního dílu držáku a výztuhy je vystřižen otvor o rozměrech 100x41mm, který slouží jako vedení kabelů od monitoru, klávesnice a myši. V horním dílu držáku jsou vyvrtané otvory pro VESA držák monitoru. Ty jsou v roztečích 70x70mm a 100x100mm a jde o standardní normu držáků monitorů tzv. norma VESA Standart. Na tyto rozteče lze přimontovat jak přímo monitor, tak i různé typy držáků monitoru (obr. 16). Součástí celého systému je také plastový odlitek, který slouží jako rukojeť pro pohodlné otevírání a zavírání celého systému, ale hlavně jsou v něm 2 otvory, do kterých zajíždí bajonetové zámky, díky kterým se dá celý systém v případě potřeby uzamknout [14].



Obr. 16 – VESA držák



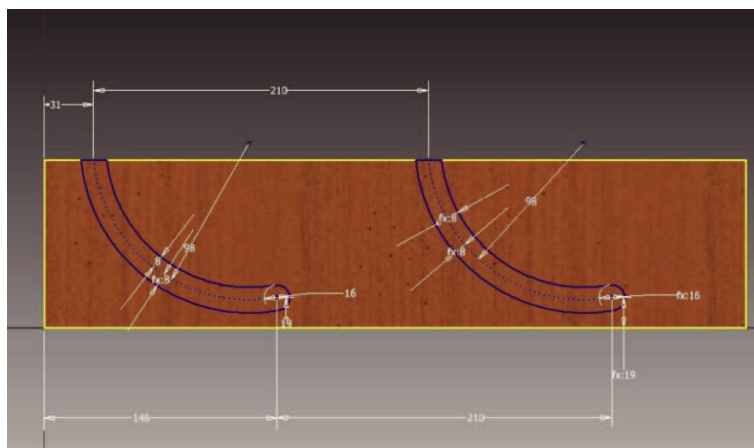
Obr. 17 – TKZ Dvevní pant

6.4.2 Vyklápěcí deska

Také bylo třeba vyřešit vysunutí odkládací desky, tedy desky, která se vysune na místo původního monitoru po jeho vyklopení. To jsem vyřešil použitím pojezdového mechanismu, jedná se o kolečka na ložisku (tzv. Dolní vozík H27AL firmy Horsthermann) [obr. 18] a vodící drážky v bočních výztužných deskách. Tento pojezdový mechanismus zajistí přesný chod této desky v požadovaném směru.



Obr. 18 – Ložiskové kolečko

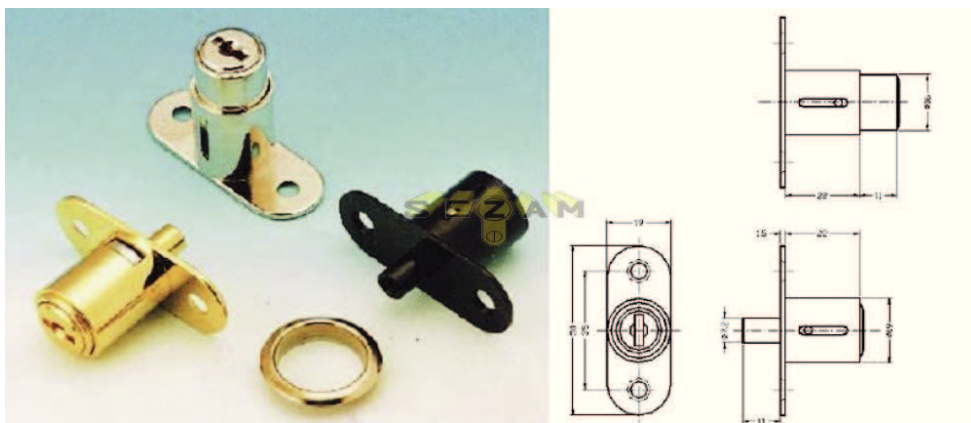


Obr. 19 – Vodící drážky ve výztužné desce

Hlavním problémem bylo zajistit výsuvnou desku v horní “pracovní” poloze. Toho se docílilo dvojím mechanismem. Použil jsem kuličkovou západku umístěnou na konci vysunovací desky, která ve chvíli kdy je monitor v pracovní poloze vyskočí pomocí pružinky do protější tloušťky pracovní desky. Díky tomu se zabezpečí zajištění monitoru zpátky do stolu (viz obr. 20). A za druhé se zmáčkne dvojice bajonetových zámků (ARMSTRONG 506-12 zámek bajonetový), namontované na přední desce, z kterých vyjedou čepy a zajistí tak vysouvací desku zepředu (obr. 22).

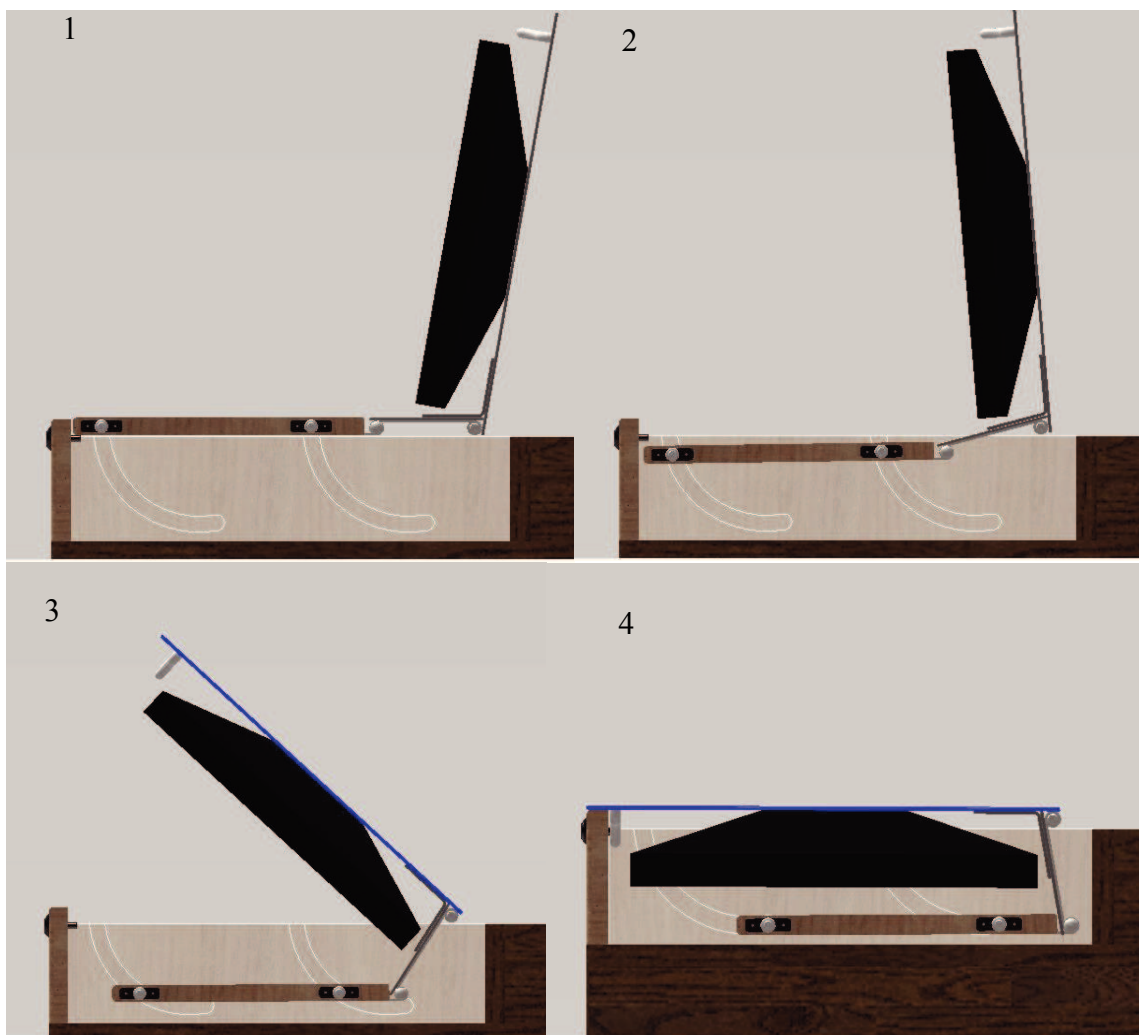


Obr. 20 – Kuličková západka k zašroubování pr. 12,6 mm



Obr. 21 - ARMSTRONG 506-12 zámek bajonetový

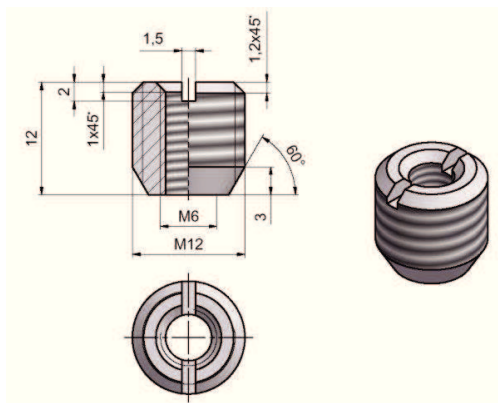
Celý mechanismus, navrhnutý v programu Autodesk Inventor je zobrazen dále na obrázcích v řezu (obr. 22).



Obr. 22 Mechanismus posuvu LCD monitoru a posuvné desky

6.4.3 Ostatní spoje

Na laminátové desky jsem použil mechanické spoje. Do desky se zavrtá hliníková závrtná matice s vnitřním závitem M6 a poté přes druhý díl desky se navrtá šroub. Tento druh spoje poskytuje potřebnou pevnost a lze ho zpětně rozebrat. V případě nutnosti lepší přesnosti, lze navrtat do tloušťky desky díry a vsadit do nich středící kolíky.



Obr. 23 - Závrtná matice M6



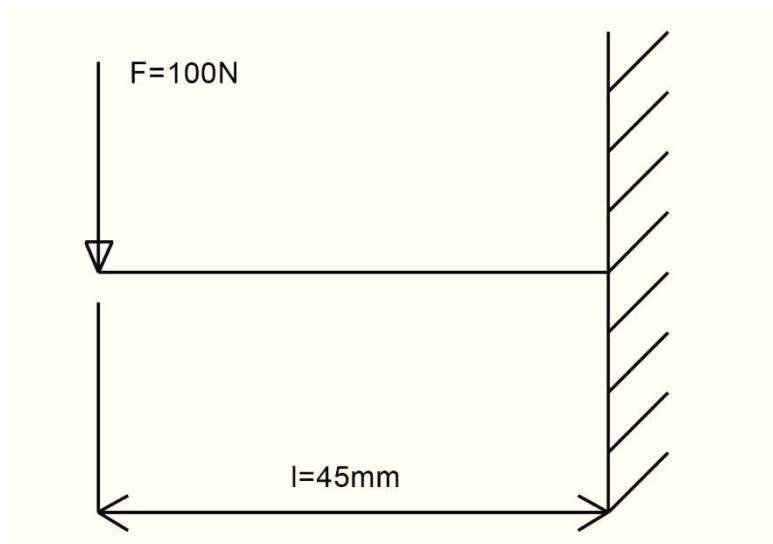
Obr. 24 – Spoj pomocí středících kolíků

7. Výpočty

7.1 Dimenzování čepu dveřního pantu TKZ

U dimenzování čepového spoje (obr. 17) se provádí výpočet na ohyb a otláčení. Smykové namáhání se zanedbává.

Tento čepový spoj uvažujeme jako ideálně tuhý nosník.



Obr. 25 – Schéma výpočtu

Hmotnost 20kg, kterou jsem zatížil výsuvnou desku může vznikat např. opřením se, nebo položením věcí na tuto desku. Sílu tedy 200N jsem rozdělil na dva čepy = 100N. Materiál 11 500 má mechanické vlastnosti $R_e = 270 \text{ MPa}$

$$F = 100\text{N}; l = 45\text{mm}; h = 2,2\text{mm}; b = 60\text{mm}; K_s = 2 - 3$$

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} = \frac{F * l}{\frac{b * h^2}{6}} = \frac{100 * 45}{\frac{60 * 2,2^2}{6}} = 92,97 \text{ MPa}$$

Dovolené napětí:

$$\sigma_{oD} = \frac{R_e}{k_s} = \frac{270}{2,5} = 108 \text{ MPa}$$

Podmínka:

$$\sigma_o \leq \sigma_{oD}$$

Po srovnání výsledků jsem došel k závěru, že podmínka vyhovuje => navržený čep vyhovuje.

8. Grafické řešení

Díky využití několika 3D programů jsem byl schopný navrhnout a následně i nakreslit několik řešení mého návrhu. Každý z těchto programů má odlišné funkce a proto se hodí na něco jiného.

8.1 3D model

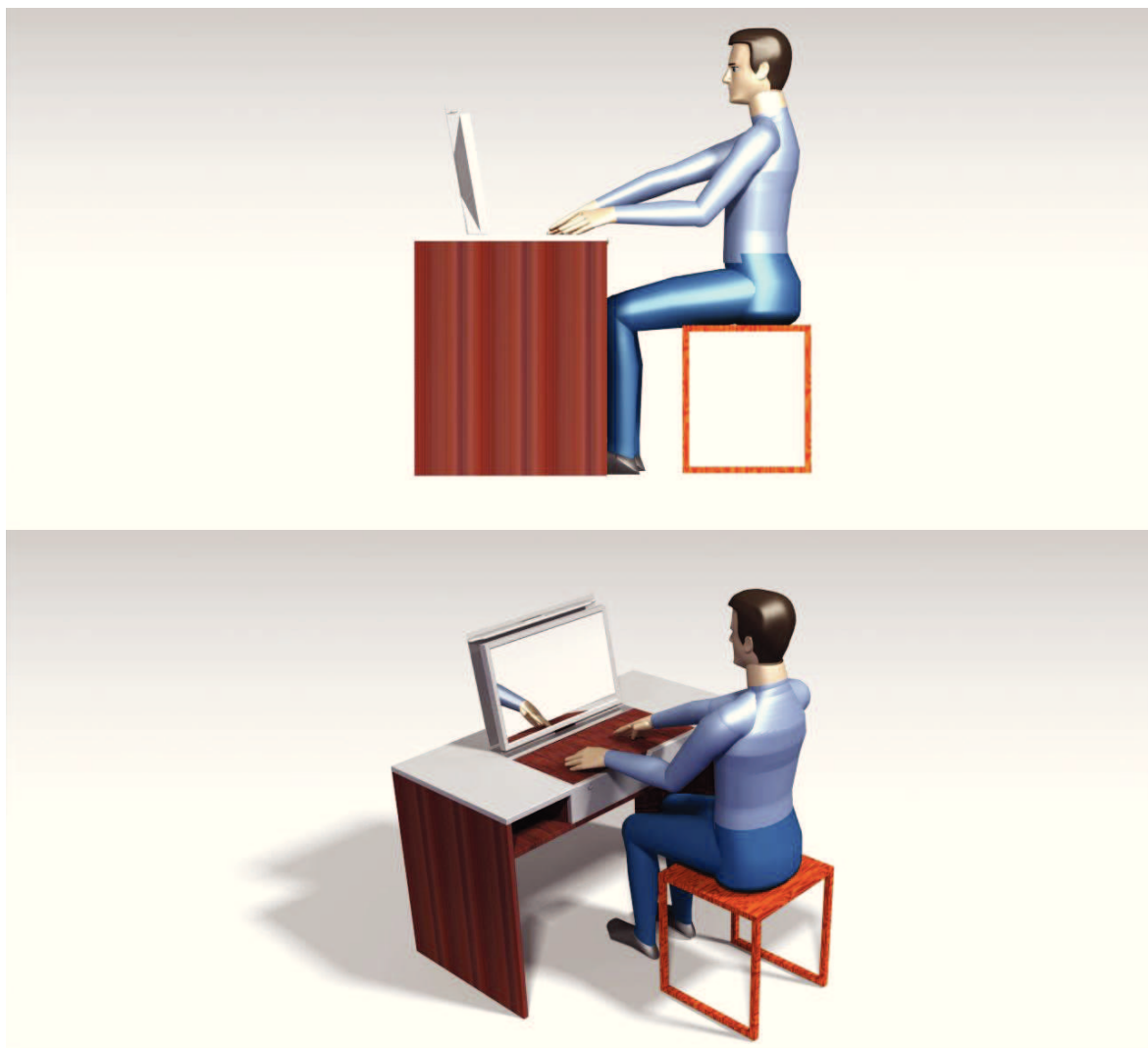
Pomocí programu Autodesk Inventor jsem vytvořil 3D model. Tento program mi umožnil lehce navrhnout mechanismus, díky možnostem používat speciální vazby, pomocí kterých jsem mohl zjistit, zda nějaký mnou navržený systém nefunguje. Právě proto jsem mohl vyhodnocovat chyby a následně hledat správná řešení.



Obr. 26 – Render programu Autodesk Inventor

8.2 Human Builder

Použitím programu Catia V5 jsem byl schopný ideálně navrhnout rozměry stolu s pomocí využití Human Builder. Speciálního softwaru, ve kterém jsem vymodeloval fiktivní postavu a mohl si tak ověřit všechny rozměry stolu, zda vyhovují nárokům na různé úkony.



Obr. 27 – Vizualizace v programu Catia V5 pomocí Human Builder

8.3 Vizualizace

Vizualizace jsem dělal v programu Rhinoceros. Díky zásuvnému modulu V-Ray, který nabízí fotorealistické prostředí, spoustu funkcí, filtrů, textur a vysoký výkon, jsem byl schopný udělat poměrně realistické prostředí a výsledek scény.

Také jsem si v něm mohl navrhnout různé barevné varianty. Jelikož se jedná o stůl do školního prostředí, chtěl jsem, aby základní pracovní deska byla tmavé barvy, aby bylo maskováno případné povrchové kazy a opotřebené. Stůl tedy bude převážně tmavých odstínů, ovšem střední část tvořená masivním dřevem a výklopnou deskou bude naopak kontrastovat mořením dřeva do světlejších barev. Nerezové části vyrobené z oceli 17 042.2 budou rovněž tmavších odstínů.



Obr. 28 – Vizualizace pomocí V-Ray



Obr. 29 – Vizualizace zavřených stolů v učebně.

9. Závěr

Designér má za úkol vydávat se stále novými směry, objevovat nové poznatky a zkoumat danou problematiku do hloubky. Díky tomu může obsadit nové místo na trhu, nebo se vydat jiným, doposud neprozkoumaným směrem. Takovým směrem jsem se snažil vydat i já. Snažil jsem se najít řešení, které bylo jen málokdy řešené. Tomu mi dopomohla vytvořená rešerše, díky které jsem se naučil novým poznatkům výroby nábytků (konkrétně stolů). Dozvěděl jsem se o nových technologiích výroby, naučil se používat nové tvary a a mohl jsem vymyslet něco co na trhu jen tak nenajdeme. Stejně tak jsem se poučil o nových mechanických prvcích, které se využívají v konstrukci nábytku. Díky práci ve speciálních softwarech jsem mohl jednoduše řešit mechanismy, protože jsem v okamžiku vymodelování věděl kde je problém a co je třeba změnit.

Díky všem těmto poznatkům, poohlídnutí do historie nábytků a prozkoumání hlavních mechanismů nábytkářství, jsem mohl zhotovit variabilní školní stůl, který může být umístěn do školních učeben a bude plnit dané kritéria. Díky návrhu mechanismu lze v těchto učebnách využívat více možností použití těchto stolů. Můžeme jej využít pro práci samotnou, jako zasedací místnost, anebo i jako počítačovou učebnu. Všechno pomocí jednoduchého mechanismu vyklápění monitoru, který nabídne prostorovou i finanční úsporu. Výhodou pak je, že v okamžiku potřeby se celý mechanismus může ve stole zamknout.

Po celou dobu řešení této bakalářské práce jsem se snažil držet stanovených parametrů. Radil jsem se s mnoha lidmi a díky tomu jsem si také rozšířil mnohé znalosti. Jako designér jsem zjistil, že ne vždy vše vyhovuje navrhnutým parametrům a že mnohdy musím také ustoupit ze svých návrhů.

Věřím, že konečný návrh může pomoci mnoha uživatelům v pohodlnějším pracovním prostředí na počítači a že navržený systém bude dobře využit svým účelem.

Seznam použité literatury

- [1] Laminate School Science Tables. [online]. [cit. 2014-05-15]. Dostupné z: <http://www.worthingtondirect.com/tables/laminate-science-table-book-compartments-diversified.htm>
- [2] VU.VU.VU. [online]. [cit. 2014-05-15]. Dostupné z: <http://freshome.com/2010/11/29/42-gorgeous-desk-designs-for-any-office/>
- [3] LANDA DESK SAMUE. [online]. [cit. 2014-05-15]. Dostupné z: <http://hauslondon.com/products/landa-desk-by-samuel-accoceberry>
- [4] NUTSCH, Wolfgang. Příručka pro truhláře. Praha : Sobotáles, 2006. ISBN 80-86817-02-04. S. 117.
- [5] NUTSCH, Wolfgang. Konstrukce nábytku. Praha : Grada Publishing a.s, 2003. 400 s. ISBN 80-247-0220-7
- [6] Masivní dřevo [online]. [cit. 2014-05-15]. Dostupné z: <http://www.dreveny-nabytek.cz/rady-a-tipy/proc-mit-doma-nabytek-z-masivniho-dreva>
- [7] Dřevotřískové desky DTD [online]. [cit. 2014-05-15]. Dostupné z: <http://www.mt-nabytek.cz/slovník-pojmu/80-dtd.htm>
- [8] S. Gilbertová - O. Matoušek, Ergonomie: optimalizace lidské činnosti. Praha: Grada, 2002 - 239 s. : il. ISBN 80-247-0226-6
- [9] A. Vávra., Ergonomie a její využití v technické praxi 2, Ostrava: VAVA, 1998.
- [10] SKŘEHOT, Petr. Ergonomie pracovních míst a pracovní podmínky zaměstnanců se zdravotním postižením. Vyd. 1. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2009, 181 s. ISBN 978-80-86973-91-3. 70 s.
- [11] Loctite lepidla [online]. [cit. 2014-05-15]. Dostupné z:

<http://www.loctite.as/>

[12] VESA norma [online]. [cit. 2014-05-15]. Dostupné z:

<http://www.vesa.org/>

[13] Dolní vozík H27AL [online]. [cit. 2014-05-15]. Dostupné z:

<http://www.sezam-chrudim.cz/dokumenty/h-37al-s37al-kovani-pro-posuvne-hlinikove-ramky-se-spodnim-pojezdem.pdf>

[14] Zámek bajonetový Armstrong [online]. [cit. 2014-05-15]. Dostupné z:

http://www.sezam-chrudim.cz/armstrong-506-12-zamek-bajonetovy_id-2936.html

[15] TKZ Dveřní pant [online]. [cit. 2014-05-15]. Dostupné z:

http://www.sezam-chrudim.cz/tkz-dverni-pant-120_id-3492.html

[16] Závrtná matice [online]. [cit. 2014-05-15]. Dostupné z:

<http://belamost.cz/matice-zavrtna-m6-12-12->

10. Seznam příloh

- [1] Dokumentační CD
- [2] Výkres dokumentace 1xA1, 1xA4
- [3] Výpočet MKP